



GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

COM AFECTA A LA BINOCULARITAT L'ÚS DELS SMARTPHONES.

ROSER FRIGOLA LLAMBÍ

DIRECTOR: JOAN CARLES ONDATEGUI PARRA
TUTORES: M^a ROSA BORRÀS GARCÍA I M^a ELVIRA PERIS MARCH
DEPARTAMENT D'OPTICA I OPTOMETRIA

25 DE MAIG DEL 2017



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

El Sr. Joan Carles Ondategui Parra com a director del treball i la Sra. Maria Rosa Borràs García i Sra. Maria Elvira Peris March com a tutors del treball,

CERTIFICA/CERTIFIQUEN

Que la Sra. Maria Roser Frigola Llambí ha realitzat sota la seva supervisió el treball *Com afecta a la binocularitat l'ús de Smartphones* que es recull en aquesta memòria per optar al títol de grau en Òptica i Optometria.

I per a què consti, signo/em aquest certificat.

Sres. Maria Rosa Borràs García i
Maria Elvira Peris March
Tutors del treball

Sr. Joan Carles Ondategui Parra
Director/a del treball

Terrassa, 25 de Maig de 2017



Agraïments:

Al llarg de moltes hores d'esforç i dedicació en aquest projecte de final de grau, ha arribat la hora de donar les gràcies a tothom que d'alguna manera m'han ajudat.

En primer lloc, donar les gràcies a Rosa Borrás, Elvira Peris i Joan Carles Ondategui, que hem van ajudar acabar de lligar les meves idees inicials que tenia per dur a terme el projecte i poder escollir un títol definitiu i encarar el meu estudi.

En segon lloc, a tots els participants del meu estudi, sense tots els voluntaris no hauria estat possible realitzar-lo.

En tercer lloc, i no per això menys importants, a tota la meva família i amics, per tot el suport incondicional en tot moment al llarg de tota la carrera.

I per últim, a tots els companys de grau, per totes les hores d'estudi compartides, ja que sense el seu suport no hauria arribat on estic.

Moltes gràcies a tots de tot cor.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

COM AFECTA A LA BINOCULARITAT L'ÚS DELS SMARTPHONES

RESUM

Objectiu: L'objectiu principal del estudi és determinar l'efecte que té sobre les capacitats binoculars i acomodatives en visió propera el treball mantingut durant 30 minuts en una "tablet" en VP.

Mètode: És van avaluar 30 subjectes d'edats compreses entre 20 i 30 anys. Els requisits previs per formar part de l'estudi eren tenir AV tant VLL com en VP superior 0,8 monocularment amb la graduació, les refraccions menors +/- 6,00 diòptries esfèriques, astigmatismes que no fossin superiors a 3 diòptries cilíndriques i que no presentessin patologies, ni intervencions quirúrgiques, ni estrabismes. Se'ls va citar en dos sessions. En la primera sessió als 30 subjectes se'ls va passar un examen optomètric bàsic mesurant: fòries laterals, vergència fusional horitzontal, PPC, flexibilitat de vergències i flexibilitat acomodativa monocular i binocular. D'aquest 30 subjectes els dividíem en dos subgrups de 15. En la segona sessió al subgrup control els hi tornàvem a realitzar l'examen optomètric bàsic, mentre que al subgrup experiment els passàvem primerament qüestionari de Borsting, després els fèiem jugar durant 30 minuts al joc del "Candy Crush" de la "tablet", seguidament passàvem el qüestionari de Borsting adaptat i finalment tornàvem a realitzar examen optomètric bàsic.

Resultats: En el subgrup control tal i com era d'esperar no hi ha diferències significatives en la sessió 1 i sessió 2. En canvi, en el subgrup experiment podem observar diferències significatives entre les dos sessions per el que fa a la BT (Δ) i flexibilitat acomodativa, principalment en l'ull dret.

En quant la simptomatologia valorada amb el qüestionari de Borsting adaptat, en el subgrup experiment s'observa després de jugar amb la "tablet" un increment de la sensació d'ulls cansats i de picor, coïssor o ulls inflamats.

Conclusions: Els subjectes als que el joc havia produït un major augment de la simptomatologia eren els mateixos que en la exploració inicial és van considerar com simptomàtics.



GRADO EN OPTICA Y OPTOMETRIA

COMO AFECTA A LA BINOCULARIDAD EL USO DE SMARTPHONES

RESUMEN

Objetivo: El objetivo principal del estudio es determinar el efecto que tiene sobre las capacidades binoculares y acomodativas en visión cercana el trabajo mantenido durante 30 minutos en una “tablet” en VP.

Método: Se evaluaron 30 sujetos de edades comprendidas entre 20 y 30 años. Los requisitos previos para formar parte del estudio eran tener AV en VL como en VP superior 0,8 monocularmente con la graduación, las refracciones menores +/- 6,00 dioptrías esféricas, astigmatismos que no fueran superiores a 3,00 dioptrías cilíndricas y que no presentaran patologías, ni intervenciones quirúrgicas, ni estrabismos. Se los cito en dos sesiones. En la primera sesión a los 30 sujetos se les paso un examen optométrico básico midiendo: fórias laterales, vergencia fusional horizontal, PPC, flexibilidad de vergencias y flexibilidad acomodativa monocular y binocular. Estos 30 sujetos los dividíamos en dos subgrupos de 15. En la segunda sesión al subgrupo control les volvíamos a realizar el examen optométrico básico, mientras que al subgrupo experimento les pasábamos primero cuestionario de Borsting, después los hacíamos jugar durante 30 minutos al juego del “Candy Crush” de la “tablet”, seguidamente pasábamos el cuestionario de Borsting adaptado y finalmente volvíamos a realizar el examen optométrico básico.

Resultados: En el subgrupo control tal y como era de esperar no hay diferencias significativas en la sesión 1 y sesión 2. Por otro lado, en el subgrupo experimento si podemos ver diferencias significativas entre las dos sesiones por lo que hace la BT (Δ) y la flexibilidad acomodativa, principalmente en el ojo derecho.

Respeto la sintomatología valorada con el cuestionario de Borsting adaptado, en el subgrupo experimento se observa después de jugar con la “tablet un incremento de la sensación de ojos cansados y picor, escozor o ojos inflamados.

Conclusiones: Los sujetos a los que el juego había producido un mayor aumento de la sintomatología eran los mismos que en la exploración inicial se consideraron sintomáticos.



DEGREE IN OPTICAL AND OPTOMETRY

HOW THE USE OF SMARTPHONES EFFECTS BINOCULARITY

RESUME:

Objective: The main aim of the study is to determine the effect that 30 minutes of close work on a tablet has on the binocular capacities and accommodative and the effect it has on the subjects vision.

Methods: They will evaluate 30 subjects between the ages of 20 and 30 years. The requirements to form part of the study are to have: visual acuity in both far vision and near vision, higher than 0, 8 in one eye with prescription, the lower spherical refractions +/- 6,00 D, astigmatism that were not higher than 3 D, and that they did not present pathologies, surgical interventions, or squints. It is carried out over two sessions. In the first session the 30 subjects had a complete optical examination measuring: lateral phorias, horizontal fusional vergence, near point of convergence (NPC), vergence facility and monocular and binocular accommodative facility. These 30 subjects were divided into two subgroups of 15. In the second session the subgroup control repeated the optical examination, whilst the subgroup experiment firstly answered the Borsting questionnaire, followed by 30 minutes playing Candy Crush on the tablet, then answered the adapted Borsting questionnaire again and finally repeating the optical examination.

Results: In the subgroup control there were no significant differences between session 1 and session 2. Conversely, in the subgroup experiment we observed significant differences between the two sessions the differences being in BO and accommodative flexibility in the right eye.

Of the symptoms validated by the adapted Borsting questionnaire, in the subgroup experiment we observed an increase in the sensation of tired eyes and itching, burning or inflamed eyes, after playing on the tablet.

Conclusions: The subjects who played on the tablet had more symptoms however in their initial examination they also presented with some symptoms.



DEGREE IN OPTICAL AND OPTOMETRY

HOW THE USE OF SMARTPHONES EFFECTS BINOCULARITY

Summary:

Introduction:

The optometrist must evaluate the refraction that the patient needs for his glasses and also needs to know his visual requirements, so that the patient leaves the establishment satisfied and happy. It is therefore important to take a good history and that all previous visual symptoms and conditions are noted.

During these four years of working for my degree I have studied the different optometry subjects, starting with taking a good history, visual acuity, refraction, binocularity exams, accommodation and visual health.

One of the aspects to which we have always given a lot of importance is having a binocular vision, a major of our study deals with this aspect. The binocular vision defines how the integration of the monocular sensory information is received in both eyes and the perception of motor coordination is combined in the physical space that surrounds us. This visual perception is encoded and edited by the brain.

Nowadays everybody uses mobile phones, tablets and computers, so there are more visual demands. Our visual system is not prepared for so much demand, it is for this reason that in recent years the over use of the visual system has given rise to these symptoms.

Based on this study we have been able to determine that 30 minutes of close visual tasks that hold the subjects attention, such as playing a game on a tablet, could cause some change in the binocularity, accommodation and symptoms.

These 30 subjects were divided into two subgroups of 15. In the second session the subgroup control repeated the optical examination, whilst the subgroup experiment firstly answered the Borsting questionnaire, followed by 30 minutes playing Candy Crush on the tablet, then answered the adapted Borsting questionnaire again and finally repeating the optical examination. At the end of the study I will explain the full process in more detail and the conclusions that I have drawn from this.

Finally, I would like to say that it has been a very interesting study to conduct, since it was the idea of my optometrist tutors and they have help me to perfect and complete it. Thank you also to all the volunteers who have formed part of the study.

Effect of the use of computer, mobile and tablet screens on the visual system:

Viewing the digital electronic screen is no longer restricted to the desktop computers located in the workplace, as it was some 20 years ago. The day in day out visual requirements can include looking at the screen of the laptop, and tablet PC, reading electronic books, looking at smartphones and other electronic devices used in the workplace, home, or in the case of the portable items, in any location. And of course, the use of computers is not limited to adults.

A report published on the equipment and use of information technology by the National Institute of Statistics (INE) in 2016 stated that the use of information technology and communication in Spanish homes is increasing. As is the use of other items such as video, DVD and MP3 and MP4 devices.

The development of the TIC experiment which ran in Spain from the year 2006 to the year 2016 shows that the use of information technology has increased significantly, so that now 80% of homes have the technology.

It is not only the adult population who are using the video-terminals and screens so extensively, it is also the children, as referred to in the study by the TIC.

This is such an important change in the use of the visual system. However, as luck would have it, it has brought about a series of related problems and symptoms. Computer users experience visual symptoms the most common of which may include eyestrain, headaches, ocular discomfort, dry eye, diplopia and blurred vision. According to "Computer vision syndrome a review of ocular causes and potential treatment", by Mark Rosenfield (2011), the asthenopia is a major complaint with symptomatic subjects. It is unclear whether asthenopia during computer use is associated with age, although the prevalence does seem to be higher in females. Apart from the symptoms mentioned above, there are others such as photophobia, blur, itching, tearing, dryness, foreign-body, etc.

Rosenfield (2011) also indicates that the ways to reduce the visual symptoms which are caused by the use of screens are: correct the possible visual anomalies (refraction, binocularity, accommodation) alternatively, relieve the symptoms of dry eye.

Correcting the possible visual anomalies allows the maintenance of a clear and unique vision in all of the different computer based tasks. It is important that the image of the retina is focused appropriately. Similarly hyperopia, myopia and astigmatism need to be corrected to reduce the symptoms. Although this is treating very mild symptoms, they must be corrected.

It is also important to be able to see clearly in near vision, to have a good accommodative response and adequate vergences to provide a unique and clear vision of the object in consideration. Although there are few examples of how these parameters change after working for a long while on the computer.

The symptom of fuzzy vision could be the result of an inaccurate accommodative response during a computer based task, or a failure to fully relax the accommodation following the requirements of near vision. In fact, with in the symptomatic groups, the use of the computer will be a factor where the anomalies have been observed.

On the other hand, there is little experimental evidence to support the idea that the symptoms related to the computer screens are specifically associated with anomalies accommodative in young and healthy patients.

They also evaluate the distance between the subjects of the study and their computer screens whilst they are studying, and in our case, we evaluate the distance between the subjects and their tablets.

It is considered that the lack of tears or the bad quality of them is an important factor of symptomatology, since whilst doing computer based work the blink rate is reduced, this has been discovered following diverse investigations.

In this study, it was also observed that partial blinking may be advantageous since it does not interrupt concentration on a visual task as much as complete blinking does.

When dry eye occurs, it is good to use eye drops to hydrate the eye and reduced the symptoms.

In our study, between the two questionnaires we have asked the 15 subjects of the experimental subgroup their symptoms before completing the proposed task of playing a game on the tablet that required concentration for 30 minutes, and immediately afterwards completed another questionnaire to validate the visual effects of the task.

Objective:

The main aim of the study is to determine the effect that it has on the binocular capacities and accommodative and the effect it has on their vision after 30 minutes of close work on a tablet.

To achieve this objective we will split the group of 30 subjects into two subgroups. 15 subjects will form the subgroup control, these people will not play on the tablet and the other 15 subjects will form the second subgroup experiment who will complete a close task with the tablet.

To evaluate the symptoms that the subgroup experiment may experience after playing on the tablet, they will complete a questionnaire before and after playing "Candy Crush" on the tablet. As well as the questionnaire, they will take a test before and after playing.

Methods:

The following requirements will form part of the study:

- Age between 20 and 30.
- Visual acuity in both far vision and near vision, higher than 0, 8 in one eye with prescription.
- The lower refractions spherical +/- 6, 00 D.
- Astigmatisms that were not higher than 3, 00 D.
- Not to have any type of pathology, surgical intervention or squint.

A total of 30 subjects fulfilled the criteria. Each of them had a complete optometric examination and the results were annotated on a form designed for this purpose (Annex 1). Of these 30 patients randomly selected 15 subgroup control and 15 subgroup experiment.

Everybody in the subgroup experiment had to complete the Borsting questionnaire (Annex 2) about visual symptomatology, then they played a game of "Candy Crush" on the Ipad for 30 minutes, after which they completed the adapted Borsting Questionnaire (Annex 3) and finally each one of them had to return to have another optometric examination.

All of these measures were carried out in my place of work. Always in the same consulting room, with the same lighting conditions and the same materials. I also maintained the same image each time.

• Basic optometric exam in near vision (with correction refractive):

- Lateral phorias.
- Horizontal fusional vergence.
- Vergence facility.
- Near point of convergence (NPC)
- Monocular and binocular accommodative facility.

• Questionnaire:

It is a questionnaire that consists of questions about possible symptoms of insufficiency of convergence. In each question, the subject can choose a response from 5 possible answers: never, sometimes, frequently, more frequently, and always (Annex 2). Each response has a same value:

Possible answers	Points
Never	0
Sometimes	1
Frequently	2
More frequently	3
Always	4

Table 5.2.2: Values of the Borsting Test.

It is the sum total of the points that have been obtained in each of the 12 questions, with a maximum of 48 points. The lowest total is 16 points. Values ≥ 16 points indicate that the subjects present symptoms.

• Adapted Borsting Test:

We are going to do an adaptation of the Borsting test; this consists principally of the manner in which the responses to the questions were given (Annex 3).

The subjects have to mark the answer on a line from one extreme indicating "less than before" to the other extreme "more than before".

This line measures 10 centimeters, measuring the marked response by the subject with a ruler we can validate the response on a numerical scale.

The Borsting questionnaire is completed before commencing the experience; each subject has to play a game for 30 minutes, with the maximum concentration possible. They previously had responded to the 12 Borsting test questions. Once they had finished playing the game, they completed the adapted Borsting questionnaire. The patient has to mark the line to indicate any new sensation they feel in any of the questions.

Finally, we return to the same visual exam as at the start.

Results:

The description of the study: first we have 30 subjects between the ages of 20-30 years, with an average of 23'9 and standard deviation of $\pm 2, 45$.

The description of the variables: BI: divergence reserve with prism base-in (BN); BO: convergence reserves with prism base-out (BT); NPC: near point of convergence (PPC); AF: accommodative facility (FA); VF: vergence facility (FV); B: Breakpoint fusion (R); r: fusion recovery point (r); RE: Right Eye (UD); LE: Left eye (UE); BINO: Binocular; cpm: Cycles per minute,

The comparison of the first and second sessions of the study, which is the most significant result of the various observations, is described in the following tables:

Subgroup Control:

Diferen- ces S1- S2	Phoria	BI (Δ)		BO (Δ)		NPC (cm)		AF (cpm)			VF (cpm)
		R	R	R	r	R	r	UD	UE	BINO	
Average	0,20	-0,43	-0,67	-0,53	-0,53	0,13	0,60	-0,20	-1,00	-0,53	-0,93
P	0,87	0,63	0,42	0,79	0,84	0,94	0,82	0,88	0,47	0,57	0,60

Table 6.3.1: Comparison 1st t and 2nd session of subgroup control.

Subgroup Experiment:

Diferen- ces S1- S2	Phoria	BI (Δ)		BO (Δ)		NPC (cm)		AF (cpm)			VF (cpm)
		R	R	R	r	R	r	UD	UE	BINO	
Average	0,67	-1,00	2,93	2,94	5,87	0,33	0,75	-3,27	-2,87	-2,60	-2,27
P	0,55	0,60	0,09	0,11	0,02	0,75	0,71	0,05	0,13	0,16	0,26

Table 6.3.2: Comparison 1st and 2nd session of subgroup experiment.

In the subgroup control there were no significant differences between session 1 and session 2. Conversely, in the subgroup experiment we observed significant differences between the two sessions the differences being in BO and accommodative facility in the right eye. More and more we would like to highlight that the near vision is 6 Δ in the reserves and 3 cpm in the facility accommodation they can also consider clinical significances.

Questionnaire and symptoms: The 15 subjects of the subgroup experiment, who played a game on the tablet, scored higher, in questions 1, 3 and 4, which correspond to these questions:

- 1: Do you have tired eyes when reading or doing close work?
- 3: Do you feel tired when reading or doing close work?
- 4: Do you have visual fatigue when reading or doing close work?

The lowest score corresponds to question 5:

- 5: Do you have double vision when reading or doing close work?

Following the guidelines recommended by the authors of the questionnaire, it is considered that a person is symptomatic with a score higher than or equal to 16. Of the 15 subjects of subgroup experiment, 5 are categorized as symptomatic.

Once the near vision task has been completed, they will complete the adapted questionnaire which asks them the same questions, and we can evaluate if playing the game has resulted in different symptoms. In general the symptoms have increased in all of the questions. Overall:

- 1: the feeling of tired eyes.
- 7: the feeling of itching, burning or inflamed eyes,

The lowest score corresponds to question 5:

- 5: the feeling of double vision

As we can see question 5, gives the lowest symptoms and question 1 the highest symptoms, as stated before each of these occur after playing closely on the tablet.

The subjects who played the game have increased symptoms these are the same 5 subjects that had the symptoms in the initial exam.

If we analyse these 5 subjects, we observe that the same subjects who initially had the worst visual abilities have lower results in 4 of the 7 optometric examinations.

Conclusions:

- The variable values in the first measures to be analysed are within the normal parameters in both groups, subgroup control and subgroup experiment.
- In the subgroup control, no significant differences were observed in either of the two sessions, the differences observed in the subgroup experiment were considered to be significant.
- In the subgroup experiment, the changes in the visual parameters are Prism Base-In and accommodative facility in the right eye.
- The symptoms observed through the Borsting questionnaire show that before playing with the tablet the symptoms with the highest scores are the feeling of tired eyes, sleepiness, visual fatigue, reading or close work. And after playing with the tablet, the symptoms are: the feeling of tired eyes and the feeling of itching, burning or inflamed eyes.
- The symptom that gives the lowest response, both before and after playing with the tablet is the feeling of double vision after reading or close work.
- It is also observed that the symptoms increase after playing on the tablet. The subjects who showed these symptoms coincide with the ones who initially had the worst visual habits.

Índex:

1. Introducció	1
2. Habilitats visió binocular	2
2.1. Definició	2
2.2. Requisits per tenir visió binocular	2
2.3. Aspectes sensorials de la visió binocular.....	3
2.4. Aspectes motors de la visió binocular.....	3
2.5. Habilitats binoculars i acomodatives	4
2.5.1. Fòries	4
2.5.2. Vergència fusional.....	4
2.5.3. Flexibilitat de vergències	5
2.5.4. Punt pròxim de convergència	5
2.5.5. Flexibilitat acomodativa.....	5
2.6. Valors de normalitat	6
2.7. Disfuncions de la visió binocular	6
2.7.1 En general	6
2.7.2 Síntomes, signes, proves	7
3. Efecte del ús de les pantalles d'ordinador, mòbils i "tablets" sobre el sistema visual	10
4. Objectius.....	13
5. Metodologia	14
5.1. Selecció de la mostra	14
5.2. Metodologia e instrumentació.....	15
5.2.1. Examen optomètric bàsic	15
5.2.2. Qüestionaris	20
5.2.3. Aplicació Aplee "Candy Crush"	21
5.3. Principis ètics.....	26
6. Resultats i discussió	27



6.1.Descripció de la mostra	27
6.2. Descripció de les variables	27
6.3. Comparació 1era i 2na sessió de les mostres	28
6.4. Qüestionaris Síntomes	29
7. Conclusions	31
8. Bibliografia	32
9. Annexes	35
9.1. Examen optomètric complet	35
9.2. Qüestionari de Borsting	36
9.3. Qüestionari de Borsting adaptat	37
9.4. Consentiment informat.....	39
9.5. Puntuació dels qüestionaris	40

Índex de les imatges:

- 5.1. Mesura de la fòria horitzontal amb el mètode de Von Graeff.
- 5.2. Mesura de les vergències fusionals horitzontals.
- 5.3. Mesura de la flexibilitat de vergències.
- 5.4. Mesura del punt pròxim de convergència.
- 5.5. Mesura de la flexibilitat acomodativa.

Índex de les taules:

- 2.6. Valors de normalitat de la binocularitat i acomodació.
- 2.7.1. Disfuncions de la visió binocular en general.
- 3.1. Percentatge de menors usuaris de TIC per sexe i edat l'any 2016
- 5.2.2. Puntuació del test de Borsting.
- 6.2.1. Primeres mesures de tota la mostra.
- 6.2.3. Primeres mesures del subgrup control.
- 6.2.4. Primeres mesures del subgrup experiment.
- 6.3.1. Comparació de la 1era i 2na sessió del subgrup control.
- 6.3.2. Comparació de la 1era i 2na sessió del subgrup experiment.

Índex dels gràfics:

- 3.1. Equipament de les vivendes en tecnologies.
- 3.2. Evolució de l'equipament TIC en les llars familiars.

Índex de les figures:

- 2.1. Zona del camp visual binocular.
- 5.2.3.1. Joc al que han jugat els subjectes.
- 5.2.3.2. Familiaritzar-se amb el tauler.
- 5.2.3.3. Agrupa els caramels iguals.
- 5.2.3.4. Utilitza els teus “Blosters”.
- 5.2.3.5. Aconsegueix l'objectiu del joc.
- 5.2.3.6. Avança per nivells.

1. Introducció

El òptic optometrista ha de valorar la refracció que necessita el pacient per les seves ulleres i també ha de conèixer les necessitats visuals del pacient, per poder aconseguir que surti satisfet i ben atès del nostre establiment. Per això és fonamental fer una bona anamnesi i saber si el pacient que tenim davant nostre presenta simptomatologia visual.

Durant aquest quatre anys de carrera hem estudiat en les diferents assignatures d'optometria des de la base de com realitzar una bona anamnesi, agudeses visual, refracció, exàmens de binocularitat, l'acomodació i salut visual.

Un dels aspectes al que hem donat sempre molta importància és al fet de tenir una visió binocular, gran part del nostre estudi tracte d'aquest aspecte. La visió binocular es defineix com la integració de la informació sensorial monocular rebuda dels dos ulls i la informació visual motora en una percepció combinada de l'espai físic que ens envolta. Aquesta percepció visual és codificada i editada pel cervell.

Avui en dia tot el que són l'ús de telèfons mòbils, "tablets" i ordinadors, fan que hi hagi més demanda visual. El nostre sistema visual no està preparat per tanta demanda, per aquest motiu en els últims anys es parla que aquest ús extrem del sistema visual acaba donant una simptomatologia.

En funció de tot això ens vam marcar uns objectius de determinar com 30 minuts d'una tasca visual en visió propera jugant a un joc de la "tablet", que manté l'atenció del subjecte, podia provocar algun canvi de la binocularitat, acomodació i simptomatologia.

Com parlarem més endavant al llarg d'aquest projecte, el nostre estudi consisteix en primer lloc en aconseguir 30 subjectes que volien participar en l'estudi. A tots els ells els hi vaig realitzar una sèrie de proves de refracció, binocularitat i acomodació i vaig aplicar els criteris d'inclusió. Seguidament d'aquest 30 van seleccionar 15 aleatòriament. Aquest 15 els vaig passar el qüestionari de Borsting amb la simptomatologia prèvia, després van haver de jugar durant 30 minuts a un joc de la "tablet", en concret, el "Candy Crush". A continuació els hi vam passar el qüestionari de Borsting adaptat. I finalment, els hi vam tornar a realitzar els mateixos exàmens visuals que al principi. Al llarg del treball, explicaré més detalladament tot el procés. I les conclusions que n'hem extret.

Per acabar, dir que ha estat un estudi molt interessant de fer, ja que va ser una idea que vaig plantejar als meus tutors d'optometries i que ells m'han ajudat a perfeccionar i poder realitzar. Gràcies també a tots els voluntaris que han format part de l'estudi.

2. Habilitats de la visió binocular.

2.1. Definició.

La visió binocular es defineix com la integració de la informació sensorial monocular rebuda dels dos ulls i la activitat visual motora en una percepció combinada de l'espai físic que ens envolta. Aquesta percepció visual és codificada i processada per el cervell.

2.2. Requisits per tenir visió binocular.

Per poder gaudir d'una visió binocular simple i nítida és necessari que el sistema visual compti amb un seguit de requisits:

- Dos ulls separats que permetin la superposició dels camps visuals provinent de cada un d'ells de manera que el camp binocular ampli del que es pugui formar una imatge a cada una de les retines.
- Coordinació dels moviments oculars dels ulls de manera que els eixos visuals es creuin sobre el mateix punt de fixació.
- Les transmissions neurals d'ambdós ulls han de conduir les dues impressions a les àrees associades del còrtex cerebral.
- El cervell ha de tenir la capacitat de fusionar les dues impressions i coordinar-les en una percepció única.

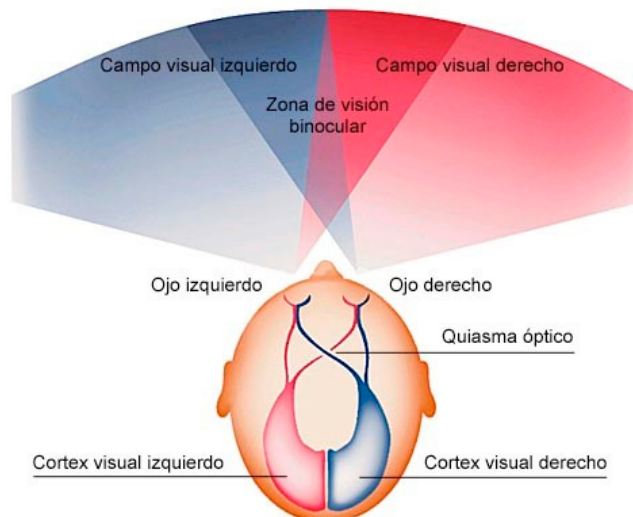


Figura 2.1: Zona del camp visual binocular.

2.3. Aspectes sensorials de la visió binocular.

La visió binocular es classifica en tres estadis segons Worth:

- Percepció simultània: Aquest és el nivell inferior de sensorialitat i consisteix a ser capaç d'apreciar els estímuls que és projecten ambdós ulls alhora, encara que no s'arribin a fusionar.
- Fusió: La fusió sensorial es dona en resposta a la percepció simultània per aconseguir una percepció única. Es tracta de la integració de les dues imatges (una de cada ull) similars en quant a intensitat, mida i forma. Normalment, no requereix una resposta motriu que permeti alinear perfectament els eixos visuals.
- Estereòpsia: Màxim grau de desenvolupament de la visió binocular, és la percepció de la profunditat.

2.4. Aspectes motors de la visió binocular.

Els aspectes motors són necessaris per la coordinació dels moviments dels ulls, primer pas per aconseguir una única representació visual. Un dels aspectes motors més importants és la convergència. La convergència és un tipus de vergència horitzontal on els ulls realitzen moviments normalment per passar de visió llunyana a visió pròxima amb la finalitat de que es formi sobre la fòvea de cada un dels ulls la imatge de l'objecte d'interès. Hi poden haver alteracions motores que poden alterar el bon funcionament de la binocularitat.

És el cas de les fòries, segons Antonio Martín Tezanos (2001) les defineix com una disfunció binocular consistent en la desviació latent dels eixos visuals. Aquestes es manifesten únicament quan es trenca la fusió, quan no hi ha un estímulo visual en un dels ulls. Les fòries són assumides per tots dos ulls, al tapar i destapar els dos ulls refereixen el mateix angle de desviació

Les fòries no es manifesten en condicions habituals de mirada, ja que són desviacions latents. Per ser avaluades, és necessari utilitzar un mètode dissociant, que proporcioni imatges diferents per ambdós ulls evitant el reflex de la fusió, i per tant que els eixos visuals quedin en la seva posició passiva o fòric (Stidiwill D., Fleacther, R. (2011); *Normal binocular visión. Theory, investigation and Practical aspects*. Oxford: Wiley-Blackw).

2.5. Habilitats binoculars i acomodatives.

2.5.1. Fòries.

La fòria és una desviació latent dels eixos visuals que només s'aprecia en condicions de dissociació, és a dir, quan trenquem fusió. Per trencar aquesta fusió podem emprar diferents estratègies: cloure un ull, interposar prismes verticals, utilitzar filtres polaritzats, etc.

Els diferents mètodes de mesurament de les fòries utilitzen un mètode o un altre per trencar la fusió.

Una manera d'examinar-les és realitzant el "Cover Test" és una tècnica objectiva per detectar i mesurar la fòria d'un pacient. Utilitza com element dissociador un oclutor opac o translúcid. Hi ha tres proves diferents de "Cover Test", encara que totes parteixen dels mateixos principis:

- S'ha d'ocluir alternadament tant l'ull dret com l'esquerra.
- S'ha de dur a terme tant per a+ la VL com per VP, ja que els resultats poden diferir per la influència d'acomodació en VP.
- S'ha de dur a terme en les diferents posicions de mirada, per corroborar si hi ha concomitància, desviació similar a les diferents posicions de mirada, en cas contrari podria existir una alteració muscular o neurològica.

2.5.2. Vergència fusional.

Les vergències són moviments oposats que realitzen els ulls amb la finalitat de portar la imatge de l'objecte d'interès damunt de cada una de les fòvees de cada un dels ulls per poder ser fusionada i percebre una única imatge. Que produeixen variacions en l'angle format pels eixos de fixació i/o els meridians corneals verticals.

Cada pacient presenta un rang de vergències i aquest varia si es mesurat en visió llunyana o visió propera.

Per tant podem mesurar les vergències fem servir prismes així doncs per mesurar:

La vergència fusional positiva, que és la màxima convergència que pot realitzar el sistema visual utilitzem prismes de base temporal (ΔBT)

La vergència fusional negativa, que és la màxima divergència que pot realitzar el sistema visual utilitzem prismes de base nasal (ΔBN)

2.5.3. Flexibilitat de vergències.

La flexibilitat de vergència es la capacitat que presenta el sistema visual per poder fer canvis de convergència i divergència. Aquest examen és una prova de les capacitats motrius del pacient. És a dir, no busquem quanta vergència pot fer el nostre pacient en un moment determinat, sinó l'habilitat que té per utilitzar la vergència que tingui. Aquesta prova ens informa de la qualitat de les vergències.

La prova avalua la capacitat del sistema visual per fer els canvis bruscos, ràpids i eficaços de vergència, durant un minut.

2.5.4. Punt proper de convergència (PPC).

El punt proper de convergència és el punt d'intersecció dels eixos visuals en utilitzar la màxima convergència. És el punt més proper que el pacient encara pot mantenir la fusió de les imatges proporcionades per cada un dels ulls del objecte de fixació en què es pot mantenir la visió binocular.

2.5.5. Flexibilitat d'acomodativa.

La mesura d'aquesta prova ens donarà la idea de la habilitat i rapidesa amb la que el pacient pot realitzar els canvis d'enfocament, és a dir, canvis en la seva acomodació. La realitzarem de manera monocular i binocular i es pot realitzar tant en visió llunyana com en visió propera.

Per mesurar la flexibilitat d'acomodació en visió llunyana utilitzem lents negatives de -2,00 D primer monocularment ull dret i ull esquerre i després binocularment i per mesurar la flexibilitat d'acomodació en visió propera s'utilitzen lents negatives -2,00 D i lents positives de +2,00 D alternativament primer és fa monocularment ull dret i ull esquerre i després binocularment.

2.6. Valors de normalitat.

Els valors de normalitat que s'espera en cada una de les habilitats del sistema visual abans indicades son:

BINOCULARITAT	Fòries (Morgan)	3 x' (+/- 5)	
	Reserves Vergències fusional	$\Delta BN: 15/20/15 (+/- 5)$	
	PPC	$\Delta BT: 15/20/15 (+/- 5)$	
	Flex. Vergències	R < 10 cm	
	Flex.. Acomodativa	> 13 cpm (cicles per minut)	
ACOMODACIO	Flex.. Acomodativa	Monocular	> 12 cpm
		Binocular	> 9 cpm

Taula 2.6: valors de normalitat de la binocularitat i acomodació.

Els valors de normalitat del nostre estudi són tots per visió propera, ja que totes les proves s'han realitzat aquesta distància.

2.7. Disfuncions de la visió binocular.

2.7.1. En general.

Condicions exofòriques (Exofòria elevada i descompensada)	Insuficiència de convergència (visió propera)	VL: ortofòria o exofòria baixa VP: exofòria elevada i descompensada i/o PPC allunyat
	Excés de divergència (visió llunyana)	VL: exofòria elevada i descompensada VP: ortofòria o exofòria baixa
	Exofòria bàsica (visió propera i llunyana)	VL i VP exofòria elevada i descompensada

Condicions endofòriques (Endofòria elevada i descompensada)	Excés de convergència (visió propera)	VL: ortofòria o endofòria baixa VP: endofòria elevada i descompensada
	Insuficiència de divergència (visió llunyana)	VL: endofòria elevada i descompensada VP: endofòria o exofòria compensada
	Endofòria bàsica (visió llunyana i visió propera)	VL i VP endofòria elevada i descompensada

Taula 2.7.1: Disfuncions de la visió binocular en general.

2.7.2. Síntomes, signes, proves:

Insuficiència de convergència:

Síntomes i signes: Diferents entre els pacients. Pot haver-hi supressió foveal que disminueix els símptomes.

En visió propera: fatiga visual, cefalees, visió borrosa i/o diplopia ocasional i somnolència al realitzar activitats d'estudi.

Proves:

VL: dins dels rangs de normalitat.

VP:

- CRN (ΔBN): normal.
- CRP (ΔBT): baix.
- Flexibilitat de vergències: dificultat ΔBT (salts de convergència)
- Flexibilitat acomodativa: monocularment normal i binocularment baixa (dificultats lents positives).
- ARN (+): baix.
- ARP (-): normal.
- Amplitud acomodativa: normal.
- Retard acomodatiu: normal (+0,50), negatiu o neutre.
- AC/A: baix.
- Estereoagudeses: normal o elevada (si existeix petita supressió)

Excés de divergència:

Síntomes i signes: Absència de símptomes. Algunes vegades exotropia intermitent.

Proves:

VL:

- CRN (Δ BN): normal.
CRP (Δ BT): baix.
- Flexibilitat de vergències: dificultat Δ BT (salts de convergència)
- Flexibilitat acomodativa: monocularment normal i binocularment normal.

VP: dins dels rangs de normalitat.

Exofòria bàsica:

Proves:

VL i VP:

- CRN (Δ BN): normal.
CRP (Δ BT): baix.
- Flexibilitat de vergències: dificultat Δ BT (salts de convergència)
- Flexibilitat acomodativa: monocularment normal i binocularment normal en VL i baixa VP.
- PPC: normal o allunyat.

VP:

- ARN (+): baix.
ARP (-): normal.
- Retard acomodatiu VP: normal (+0,50), negatiu o neutre.
- Amplitud acomodativa: normal.

Excés de convergència:

Síntomes i signes: menys severs que la insuficiència de convergència. Cefalea, somnolència i astenopia visual. Ocasionalment diplopia i visió borrosa. Absència total de símptomes degut a la supressió.

Proves:

VL: dins dels rangs de normalitat.

VP:

- CRN (Δ BN): baix.
CRP (Δ BT): normal
- Flexibilitat de vergències: dificultat Δ BN (salts de divergència).
- Flexibilitat acomodativa: monocularment normal i binocularment baixa (dificultats lents negatives)
- ARN (+): normal.
ARP (-): baix.
- Amplitud acomodativa: normal.
- PPC: normal-
- Retard acomodatiu: normal (+0,50). Si l'acomodació s'ha alterat de forma secundària: hipoacomodació, retard elevat ($> 1D$)
- Estereoagudeses: normal o alterada (si existeix supressió)

Insuficiència de divergència:

Proves:

VL:

- CRN (Δ BN): baix.
CRP (Δ BT): normal
- Flexibilitat de vergències: dificultat Δ BN (salts de divergència).
- Flexibilitat acomodativa: monocularment normal i binocularment baixa (dificultats lents negatives)

VP: dins dels rangs de normalitat.

Endofòria bàsica:

Síntomes i signes: en VP més severs que en VL.

Proves:

VL i VP:

- CRN (Δ BN): baix.
CRP (Δ BT): normal
- Flexibilitat de vergències: dificultat Δ BN (salts de divergència).
- Flexibilitat acomodativa: monocularment normal i binocularment baixa (dificultats lents negatives)
- PPC: normal o FLN.

VP:

- ARN (+): normal.
ARP (-): baix.

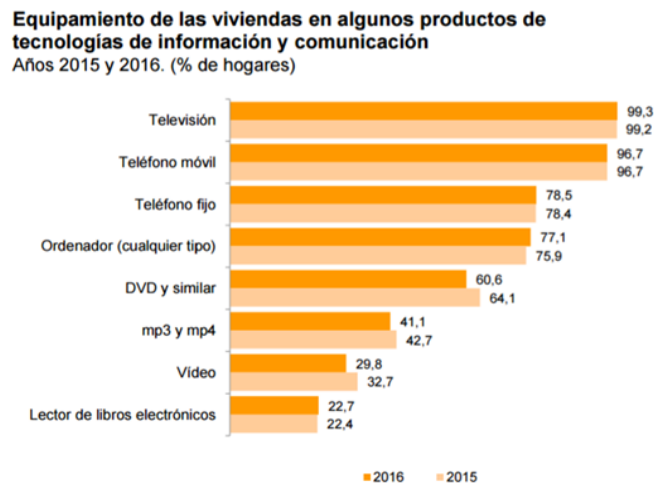
- Amplitud acomodativa: normal.
- PPC: normal.
- Retard acomodatiu: normal (+0,50) o elevat (si hi ha supressió)
- Estereoagudesas: normal o elevada (si existeix supressió)

3. Efecte de l'ús de pantalles d'ordinadors, mòbils, "tablets" sobre el sistema visual.

En la cultura occidental estem acostumats a utilitzar els ordinadors, mòbils i "tablets", tan per treballar com per el nostre dia a dia, per comunicar-nos amb el nostre entorn i per les nostres estones de lleure.

La visualització de les pantalles electròniques digitals ja no és restringit als ordinadors d'escriptori ubicats en el lloc de treball, com passava fa uns 20 anys. Els requisits visuals d'avui en dia poden incloure la visualització del ordinador portàtil i "Tablet" PC, lectors de llibres electrònics, telèfons intel·ligents i altres dispositius electrònics ja sigui en el lloc de treball, a casa o en el cas d'equips portàtils, en qualsevol ubicació. A més, l'ús de l'ordinador no es limita als adults.

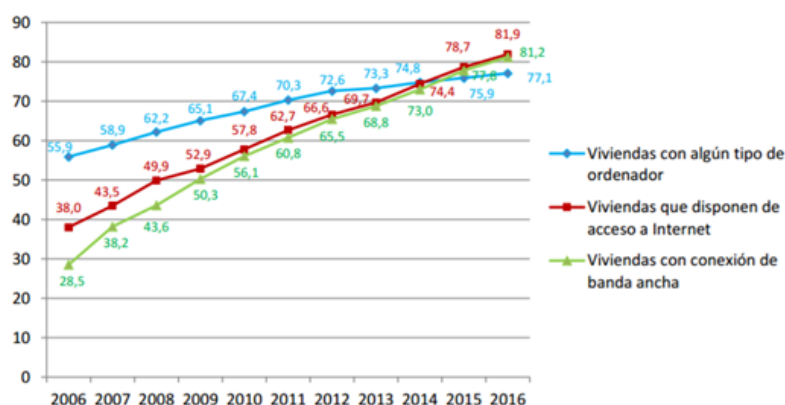
Segons l' Institut Nacional d'Estadística (INE) en el seu informe del 2016 sobre l'equipament i ús de les tecnologies d'informació i comunicació en les llars familiars espanyoles, l'equipament en les llars familiars segueix augmentant, respecte altres tecnologies com el vídeo, DVD i els dispositius mp3 i mp4. En el gràfic 3.1 s'observa la evolució descrita.



Gràfic 3.1: Equipament de les vivendes en tecnologies.

Igualment podem veure la evolució del equipament TIC en les llars des de l'any 2006 al 2016 en el gràfic 3.2.

Evolución del equipamiento TIC en las viviendas
Serie homogénea 2006-2016. Total nacional (% de viviendas)



Gràfic 3.2: Evolució de l'equipament TIC en les llars familiars.

A més a més, tal i com hem dit al principi, aquest ús massiu de video-terminals i pantalles no tan sols es dona en la població adulta sinó que en els de menors edats també utilitzen de forma generalitzada les TIC. En el mateix informe INE és mostra la informació que pot veure's en la taula 1.

Porcentaje de menores usuarios de TIC por sexo y edad
Año 2016

	Uso de ordenador	Uso de Internet	Disposición de móvil
Total	94,9	95,2	69,8
Sexo			
Hombres	95,6	95,7	68,8
Mujeres	94,2	94,7	70,9
Edad			
10	92,6	90,6	25,4
11	92,6	93,1	50,9
12	94,8	95,9	72,7
13	96,7	95,4	86,0
14	95,7	98,2	90,1
15	97,1	98,0	93,9

Taula 3.1: Percentatge de menors usuaris de TIC per sexe i edat any 2016.

Tal i com era de preveure aquest canvi tan important en l'ús del sistema visual ha portat a l'aparició d'una sèrie de problemes i simptomatologia relacionada amb ell. Així, els símptomes visuals més comuns que indueixen l'ús de pantalles són: fatiga visual, mal de cap, molèsties oculars, ull sec, diplopia i visió borrosa. Tot i que segons

l'article "Computer vision syndrome a review of ocular causes and potential treatment", de Mark Rosenfield (2011), l'astenopia és la major queixa dels subjectes simptomàtics. Aquest estudi apunta que l'astenopia pot estar relacionada amb l'edat i que aquesta es més freqüent en les dones. A part d'aquest símptomes existeixen d'altres com la fotofòbia, picor, llagimeig, sensació de cos estrany, etc.

Rosenfield (2011) també indica que per reduir els símptomes visuals que provoquen l'ús de pantalles són: corregir les possibles anomalies visuals (refracció, binocularitat, acomodació) i per altra banda, alleujar els símptomes de llagimeig associats a la manca de llàgrima o ull sec.

Corregir les possibles anomalies visuals permet mantenir una visió clara i única en totes les tasques amb ordinador, es important que la imatge de la retina s'enfoqués apropiadament. Així la hipermetropia, la miopia i l'astigmatisme s'han de corregir per reduir els símptomes. Encara que és tracti de graduacions molt baixes, s'han de corregir.

En un estudi que van fer dos experiments similars, (Wiggins i Daum l'any 1991) van avaluar l'efecte de no corregir l'astigmatisme al treballar durant un temps amb una pantalla d'ordinador. Els dos van arribar a la mateixa conclusió, que no corregir $-0,50$ D a $-1,00$ D d'astigmatisme produïa un gran increment de la simptomatologia. També indiquen que la presència d'astigmatisme sense corregir reduirà l'agudesia visual.

És important també per tenir una bona imatge en visió propera, tenir una bona resposta acomodativa i vergències adequades per proporcionar una visió clara i única de l'objecte en consideració. Tot i que, hi ha poques dades de com canvien aquest paràmetres després de treballar molta estona amb l'ordinador.

De les vergències podem dir que l'autor (Watten 1994) va mesurar el rang de vergències en visió propera, després de treballar 8 hores amb l'ordinador. Es van observar disminucions en els dos paràmetres, el que implica que l'ús d'ordinador altera la capacitat de convergència i divergència. El que no canvia es el punt pròxim de convergència.

El símptoma de visió borrosa podria ser el resultat d'una resposta acomodativa inexacta durant la tasca d'ordinador o un fracàs per a relaxar-se totalment l'acomodació seguint les exigències visió propera. De fet, entre el grup simptomàtics d'ús d'ordinador la inflexibilitat acomodativa va ser el factor on s'han observat anomalies.

Per altra banda, hi ha poca evidència experimental per al suport a la idea que els símptomes relacionats amb les pantalles d'ordinador està específicament associat amb anomalies acomodatives en pacients joves i sans.

També es va valorar la distància en la que els subjectes de l'estudi estaven respecte en aquest cas la pantalla del ordinador, en el nostre estudi es valorava a la distància que és col·locaven la "tablet".

Es considera que la manca de llàgrima, o de la qualitat escassa és un important contribuent a la simptomatologia, ja que quan treballem amb l'ordinador es redueix la freqüència de parpelleig, segons diversos investigadors.

En aquest estudi, també es va observar que el parpelleig parcial pot ser avantatjós, ja que no interromp la concentració en la tasca visual tan com el parpelleig complet.

Quan es té sequedat ocular es pot fer ús de gotes lubricants per hidratar l'ull i disminuir la simptomatologia.

En el nostre estudi a través de dos qüestionaris preguntem als 15 subjectes del grup experimental la seva simptomatologia abans de realitzar la tasca proposada de jugar a la "tablet" a un joc que requereix concentració durant 30 minuts i tot seguit es passa un altre qüestionari per valorar els efectes visuals de la tasca realitzada. En els posteriors apartats del treball, s'explicarà amb més detall aquesta part.

4. Objectius.

L'objectiu principal del estudi és determinar l'efecte que té sobre les capacitats binoculars i acomodatives en visió propera el treball mantingut durant 30 minuts en una "tablet" en VP.

Per assolir aquest objectiu partirem inicialment d'una mostra de 30 subjectes que dividirem aleatòriament en 2 subgrups. 15 persones formaran part del subgrup control, aquest no jugarà a la "tablet" i 15 persones per l'altre subgrup anomenat experiment que sí realitzarà la tasca en visió propera amb la "tablet".

Per valorar la simptomatologia que pot tenir l'ús de la "tablet" al grup experimental se'ls passarà un qüestionari abans i després de jugar al joc, concretament el "Candy Crush". A part dels qüestionaris que realitzarem també comparem les proves realitzades abans i després de jugar.

5. Metodologia.

En aquest apartat del treball s'explicarà quins criteris es van seguir per la selecció de la mostra, quin material va ser utilitzat per dur a terme la part experimental, el protocol que hem seguit per fer les mesures i és presentarà de forma breu les consideracions ètiques que s'han de tenir en compte per a la realització d'un estudi.

5.1. Selecció de la mostra.

Abans d'iniciar la part experimental de l'estudi es van establir uns criteris d'inclusió que els subjectes havien de complir per poder formar part de la mostra:

- Edat entre 20 i 30 anys. Això ens permetrà tenir una mostra homogènia i que no estiguin en l'etapa de la presbícia.
- Agudeses visual (AV) monocular tant en visió llunyana (VL) com en visió propera (VP) superior a 0'8 monocularment, amb correcció.
- Refraccions menors a +/- 6,00 diòptries esfèriques (DE).
- No presentar astigmatismes superiors a 3,00 diòptries cilíndriques (DC).
- No presentar cap tipus de patologia, ni intervenció quirúrgica, ni estrabisme.

Per obtenir els subjectes de la mostra es va fer una crida a través de la meua xarxa social de "facebook". A tots els subjectes que van respondre, és va comprovar que complissin els criteris d'inclusió. Un total de trenta subjectes varen complir els criteris. A cada un d'ells se'ls hi va realitzar un examen optomètric complet on els resultats obtinguts eren anotats en una fitxa dissenyada per aquesta finalitat (Annex 1). D'aquest 30 pacients els es van seleccionar quinze aleatòriament perquè fossin control i quinze perquè formessin part del subgrup experiment.

A tots els components del subgrup experiment se'ls va passar el qüestionari de Borsting (Annex 2) sobre simptomatologia visual, que explicaré més endavant, se'ls va fer jugar amb una aplicació d'Aplee " Candy Crush" durant 30 minuts, després se'ls hi va tornar a passar el qüestionari de Borsting adaptat (Annex 3) i finalment a cada un d'ells se'ls va tornar a realitzar novament un examen optomètric complet.

Totes les mesures van ser realitzades en el meu lloc de treball. Sempre en el mateix gabinet, amb les mateixes condicions d'il·luminació i amb el mateix material i per a mi mateixa.

5.2 Metodologia e Instrumentació.

Per dur a terme la part experimental de l'estudi en primer lloc és va haver d'organitzar molt detalladament la temporització de totes les proves que s'havien de realitzar.

El material utilitzat va ser:

5.2.1. Examen Optomètric bàsic:

- **Proves abans i després de dur a terme tasca visió propera (en condicions refractives habituals de treball):**

Mesures de fòries laterals.

L'examen que es va utilitzar per la mesura de fòries va ser el "Cover test Unilateral". Aquest examen consisteix en tapar i destapar un ull diverses vegades i observar si hi ha o no hi ha presència de moviments oculars.

Si no s'observa moviments ocular estem davant d'ortofòria, si s'observa moviments aquests poden ser:

- de fora cap a dintre, Exofòria
- de dintre cap a fora, Endofòria.

Es posa davant de l'ull esquerre un prisma de 8 diòptries prismàtiques de base superior (Δ BS) per trencar la fusió i també es posa al pacient un prisma de 15 diòptries prismàtiques de base nasal (Δ BN), davant de l'ull dret que serà el prisma de mesura. El pacient estarà observant un optotip que serà una columna de lletres d'una AV en VP inferior a la que presenta el pacient. Amb els prismes davant dels ulls el pacient apreciarà dues columnes de lletres una a dalt a la dreta i una a baix a l'esquerra, s'indicarà al pacient que observi tota la estona la imatge inferior mentre que la imatge superior s'anirà movent cap a l'esquerra mentre reduïm els prismes de (Δ BN), el pacient te l'ordre que ens avisi quan les dues columnes de lletres estiguin alineades verticalment

El valor de la fòria correspondrà al valor prismàtic que permeti veure les imatges alineades. Les vegades alineades, una imatge damunt de l'altra, el valor que quedi del prisma en aquell moment a l'ull dret ens indica el valor i la direcció de la fòria.

El resultat pot ser:

- si les imatges s'alineen amb un valor de "0" Δ el pacient és ortofòric.
- Si les imatges s'alineen amb un valor de Δ BN el pacient presenta exofòria.
- Si les imatges s'alineen amb un valor de Δ BT el pacient presenta endofòria.



Imatge 5.1: Mesura de la fòria horitzontal amb el mètode de Von Graeff.

Mesura de la Vergència fusional horitzontal.

Aquesta prova serveix per mesurar les reserves fusionals de cada subjecte de l'estudi.

Mesura de les reserves fusionals negatives: Posem davant de cada un dels ulls del pacient els prismes del fòropter, marcant el valor de "0 diòptries prismàtiques mentre el pacient esta observant l'optotip de la línia de lletres, anirem augmentant lentament de manera binocular el valor del prisma amb base Nasal fins que el pacient ens indiqui que ho veu borros, si és que ho veu, els valors dels prismes serà el valor del punt de borrossitat, anirem augment mes el valor prismàtic de base nasal fins que el pacient ens torni indicar que veu dues imatges, el valor dels prismes serà el valor del punt de ruptura (R), i tot seguit disminuïrem novament de manera binocular el valor dels prismes de base nasal fins que el pacient ens indiqui de nou que veu una única imatge, aquest serà el valor de recuperació (r).

Mesura de les reserves fusionals positives: la mesura és igual que l'anterior però ara en lloc d'utilitzar prismes de base nasal la mesura de borrossitat, ruptura i recuperació es fa amb prismes de basa temporal.

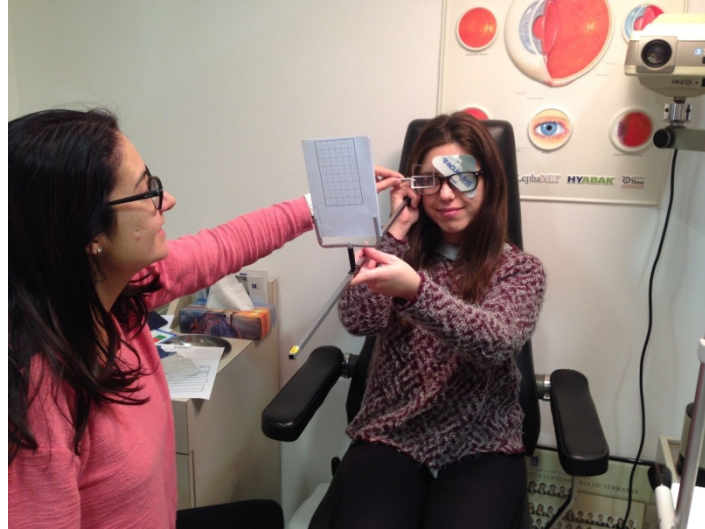


Imatge 5.2: Mesura de les Vergències fusionals horitzontals.

Mesura de la Flexibilitat de Vergències.

Per dur a terme la mesura de la flexibilitat de vergència necessitem dos lents prismàtiques una de 3 diòptries prismàtiques de base nasal i l'altre de 12 diòptries prismàtiques de base temporal.

Aquesta prova consisteix en que el pacient és fixi en una de les lletres de l'optotip mentre nosaltres anem posant alternativament els prismes davant dels ulls del pacient, de la filera de lletres verticals. Nosaltres anirem col·locant primer el prisma de base nasal, el pacient veurà la lletra del test doble, quan la vegi simple, col·locarem el prisma de base temporal, quan vegi simple tornarem a canviar. Cada vegada que aconseguix veurà simple amb el prisma de base nasal i després el temporal contarà com un cicle. Realitzarem la prova durant 1 minut i anirem comptant els cicles que realitza.



Imatge 5.3: Mesura de la Flexibilitat de Vergències.

Punt pròxim de convergència (PPC).

El PPC es pot mesurar amb diferents estímuls de fixació: una llum, un objecte o una lletra. En el nostre estudi hem mesurat el PPC amb objecte:

1. Mostrem l'objecte normalment la punta d'un bolígraf a 40 cm del pacient i ens assegurem que el veu de manera simple.
2. L'apropem lentament al rostre del pacient, fins que ens indiqui visió doble. Mesurem aquesta distància, aquest és el punt de ruptura (R).
3. Allunyem l'objecte i demanem al pacient que ens torni avisar quan torni a veure una única imatge, visió simple, mesurem aquesta distancia i aquest es el punt de recuperació (r).
4. Repetim la prova tres vegades per obtenir la mitjana dels resultats.
5. Si quan acostem el objecte el subjecte no arriba a veure mai doble anotarem que el PPC és fins el nas (FAN).



Imatge 5.4: Mesura del PPC.

Flexibilitat Acomodativa (mocular i binocular).

En les nostres mesures vam realitzar la flexibilitat acomodativa en visió propera, utilitzant el flipper. Posem primer davant de l'ull dret amb l'altre ull ocluint la lent de +2 D, quan aconseguim veure nítid ficarem la de -2 D. Això durant un minut. Mentre va dient cada cop les lletres de un test específic preparat, cada cop que fiquem les dos lents (+2 D/ -2 D) contarà com un cicle.

Cal repetir aquest procés durant un minut, comptant els cicles que és capaç de fer. A continuació s'ha de fer la prova amb l'ull esquerre cloient l'ull dret, i, posteriorment de forma binocular.



Imatge 5.5: Mesura de la Flexibilitat Acomodativa.

5.2.2. Qüestionaris:

• Test de Borsting:

El primer que vam utilitzar va ser un resum de 12 preguntes del qüestionari proposat per Borsting. És un qüestionari sobre possibles símptomes de disfuncions de binocularitat en general i d'insuficiència de convergència en particular. En cada pregunta el subjecte pot tria una resposta de les 5 possibles: mai, no molt sovint, freqüentment, amb certa freqüència o sempre (Annex 2). Cada resposta té una puntuació concreta:

Possibles respostes	Puntuació
Mai	0
No molt sovint	1
Freqüentment	2
Certa freqüència	3
Sempre	4

Taula 5.2.2: Puntuació del Test de Borsting.

Es fa la suma de la puntuació que he obtingut en cada una de les 12 preguntes, respecte un màxim de 48 punts. El valor de tall es de 16 punts. Valors \geq a 16 punts indiquen que els subjectes presenten simptomatologia.

• Test de Borsting adaptat:

El segon qüestionari va ser una adaptació del anterior per intentar determinar les variacions en la simptomatologia provocada per la mitja hora de joc en la tablet, utilitzant les mateixes preguntes (Annex 3).

Els subjectes havien de marcar la resposta damunt d'una línia on en un extrem s'indicava "Menos que antes" i en l'altre extrem "más que antes"

Aquesta línia mesurava 10 cm, mesurant la resposta marcada per el subjecte amb un regla podem valorar la resposta passant-la a una escala numèrica.

El primer qüestionari és passava abans de començar l'experiència; seguidament cada subjecte havia de jugar durant 30 minuts a un joc, que explicaré més endavant, amb la màxima concentració possible. Un cop acabaven de jugar se'ls hi passava el segon qüestionari adaptat. Llavors el subjecte havia de marcar damunt d'una línia la nova sensació que sentia en cada una de les preguntes.

Finalment, tornàvem a realitzar el mateix examen visual que al principi. Posteriorment adjuntaré la fitxa seguida (Annex 1).

5.2.3. Aplicació Aplee “Candy Crush”

• Característiques de la Tablet:

L'aparell que es va utilitzar per dur a terme l'experiència va ser una tablet amb les següents característiques:

- Model: Ipad mini Wi-Fi + 4 G
- Dimensions i pes:
 - Alt: 24, 12 cm
 - Ample: 18, 57 cm
 - Fons: 0,94 cm
 - Pes: 662 g
- Capacitat : 64 G
- Característiques de la pantalla:
 - * Pantalla Retina.
 - * Multi-Touch panoràmica de 9,7 pulgades (en diagonal) retroil·luminada per LED amb tecnologia IPS.
 - * Resolució de 2.048 x 1.536 píxels a 264 píxels per polzada (p/p).

• Joc: “Candy Crush”

Tots els participants de l'estudi havien de jugar al joc durant 30 minuts. El joc que és va triar havia de permetre al pacient concentrar-se i poder interactuar a través de la tablet.

Cada nivell d'aquest joc té un objectiu i s'ha d'aconseguir abans de quedar-se sense moviments o sense temps en els nivells cronometrats, a més a més en cada cas el jugador ha de guanyar els suficients punts per aconseguir la primera estrella, de tres.



Figura 5.2.3.1.: Joc al que han jugat els subjectes.

• Regles del joc:

1. Familiaritzar-se amb el tauler: Quan iniciis el joc, veuràs un tauler cobert de caramels. Els caramels estan acomodats en llocs específics en una àrea gris. L'àrea gris sobre la que estan els caramels es el tauler del joc. Només podràs moure els caramels en aquestes àrees (el que significa que si hi ha un espai buit en el tauler no podràs moure els caramels sobre ella).

També veuràs els teus bonos en la part superior de la pantalla (ja s'explicarà més endavant) i la puntuació necessària per aquest nivell. Just a sota, o a un costat, veuràs els moviments amb un número. Aquesta és la quantitat de moviments que et queden abans que el joc acabi. El joc no acaba quan obtens la puntuació en particular, sinó quan se t'acaben els moviments o quan aconseguixes l'objectiu d'aquest joc en particular. També veuràs una barra d'avançament de puntuació. Cada vegada que trepitgis caramels guanyaràs punts (això s'explica més a sota). Aquest punts t'ajudaran a passar a un nivell següent. Sinó fas els punts suficients al completar el nivell, et trauran una vida. Si perds masses vides et veuràs obligat a tornar a la pantalla del començament del joc, on també podràs veure els nivells que ja has completat.



Figura 5.2.3.2: Familiaritzar-se amb el tauler

2. Agrupa 3 o més caramels iguals: El joc es juga movent caramels, en qualsevol direcció (sempre i quan no estiguin bloquejats), per crear grups de tres o més caramels iguals. Quan s'agrupen, els caramels es trepitjaren i els que estaven allà baixaran, permeten aconseguir una sèrie d'objectius diferents. Si crees grups de més de tres caramels aconseguiràs combinacions de dolços. Aquestes són màquines poderoses per destruir caramels que funcionen diferents maneres.

- Si combines quatre caramels es crearà un caramel especial que trencarà tota una fila quan formis amb l'altre grup de tres o més dolços.

- Si combines cinc o més caramels formant una T o una L, crearàs un caramel envoltat. Aquest exploten destruint el quadre de caramels que el rodeja (quan és combina amb tres o més dolços del mateix color) i després farà explotar un altre bloc 3 x 3 al voltant del espai en el que caigui.

- Si combines cinc caramels en una sola fila, obtindràs bombes del mateix color. Aquestes bombes es veuen com boles de xocolata cobertes amb xispes de colors, i faran estallar tots els caramels del mateix color que el dolç del tauler amb el que l'intercanviïs. No tenen que formar part del grup de tres. Elegeix amb intel·ligència la tàctica del color que vols eliminar.

- També pots combinar dos caramels especials entre si. Això produirà una varietat d'efectes. Combinaran un caramel a ratlles amb un envoltat i un caramel a ratlles amb una bomba de color tenen resultats especialment productius, ja que això eliminarà un gran número de caramels.



Figura 5.2.3.3: Agrupa caramels iguals.

3. Utilitza els teus “boosters”: Poden guanyar alguns “boosters” al principi del joc. També pots comprar més dins del joc utilitzant diners reals. Aquest “boosters” poden ajudar-te acabar un nivell quan et sentis massa frustrat o et queden pocs moviments. Utilitza’ls amb compte, perquè mai saps quan en necessitaràs un. Utilitza bones estratègies.



Figura 5.2.3.4. Imatge utilitza els teus “boosters”.

4. Aconsegueix l'objectiu del joc: Cada nivell tindrà un objectiu establert. Aquest pot consistir en aconseguir una quantitat específica de punts, destruir un grup específic de caselles (cobertes en gelatina) o altres objectius com forçar els objectes perquè caiguin fins a baix.



Figura 5.2.3.5: Aconsegueix l'objectiu del joc.

5. Avança per els nivells: Jugaràs una sèrie de nivells, cada un amb un tauler diferent, molts d'ells amb objectius diferents, i avançaràs a mesura que aconseguis els objectius de cada un. El joc està dividit en etapes de 15 nivells cada una. Per poder avançar a la següent secció de nivells tindràs que obtenir butlletes (3 per ser exactes). Pots obtenir aquestes butlletes demanant-ho a altres amics que juguin al "Candy Crush" o pots comprar-los.



Figura 5.2.3.6. Avança per els nivells.

Els pacients varen cer citats individualment durant dues setmanes. Cada un dels subjectes de la mostra havia en primer lloc de respondre el qüestionari de Borsting et al 2003 (Annex 2).

Després, es donava la “tablet” al pacient i s’indicava que durant 30 minuts jugues al joc lo mes concentrat possible.

Tot seguit al finalitzar els trenta minuts de joc se’ls hi tornava a passar el test de Borsting i havien de donar una resposta novament on havien de comparar les sensacions o molèsties de la tasca realitzada amb la “tablet”.

5.3. Principis ètics.

Per poder realitzar aquest treball s’ha tingut en compte aspectes ètics i legals, ja que l’estudi que s’ha realitzat ha estat amb éssers humans. Els principis ètics i legals per a les investigacions mèdiques en essers humans es troben a la Declaració de Helsinki de l’Associació Mèdica Mundial (AMM) ²⁰. Un aspecte legal important és la protecció de dades de cada pacient, durant la realització d’aquest treball s’ha complert, d’acord amb la normativa espanyola, la “Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal”²¹. Les proves a realitzar no són invasives, tot i així s’ha d’explicar a cada persona que participa en l’estudi, de què es tracta, per tant, abans de la realització d’aquestes proves cada pacient ha de llegir i signar un document anomenat “consentiment informat”, que es pot veure (Annex 4).

6. Resultats i discussió.

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts d'aquest estudi amb la seva corresponent interpretació. Primer de tot es fa una descripció de la mostra seleccionada, seguidament farem una descripció de les variables del estudi i per acabar farem l'anàlisi i comparació dels resultats.

6.1. Descripció de la mostra.

Inicialment tenim 30 subjectes d'edats entre 20-30 anys, amb una mitjana d'edat 23'9 i una desviació estàndard de $\pm 2,45$ dels quals 20 eren noies (66,66%) i 10 (33,33%) eren nois. El fet que hi hagi més noies que nois en aquest estudi no sembla rellevant, ja que no hi ha cap evident relació entre el sexe dels subjectes i el resultat de les proves realitzades en aquest estudi. Per realitzar l'estudi els vam dividir en dos subgrups, el control i l'experiment, l'assignació de cada subjecte a un grup o un altre es va fer de forma aleatòria.

El grup control que recordem no treballarà amb la "tablet", està format per 15 subjectes, amb una mitjana d'edat 25'33 i una desviació estàndard de $\pm 2,15$ dels quals 9 eren noies (60%) i 6 (40%) eren nois.

El grup experiment, que desenvolupava la tasca de jugar amb la "tablet" durant 30 minuts, té una mitjana d'edat 23'8 i una desviació estàndard de $\pm 2,51$ dels quals 11 eren noies (73,33%) i 4 (26,66%) eren nois. D'aquest grup també tindrem la mitjana de la distància a la que els pacients és col·loquen la "tablet" que es de 46,33 cm i una desviació estàndard $\pm 4,99$.

6.2. Descripció de les variables.

A continuació es mostra els resultats inicials de l'estudi de cada un dels paràmetres visuals valorats. Al peu de les taules s'indica a què correspon cada un dels apartats:

	Fòria	BN (Δ)		BT (Δ)		PPC (cm)		FA (cpm)			FV (cpm)
Tota la mostra		R	r	R	r	R	R	UD	UE	BINO	
Mitjana	-1,70	17,87	11,07	22,40	13,73	5,60	7,47	7,70	4,20	6,73	2,70
$\pm sd$	3,33	5,12	4,26	5,39	7,66	4,07	6,70	4,10	4,57	4,88	4,20

Taula 6.2.1: Primeres mesures de tota la mostra. BN: reserves de divergència amb prismes de base nasal; BT: reserves de convergència amb prismes de base temporal; PPC: punt proper de la convergència; FA: flexibilitat acomodativa; FV flexibilitat de la vergència. R: punt de ruptura de la fusió; r: punt de recuperació de la fusió; UD: ull dret; UE: ull esquerre; y BINO: binocularment. cpm: cicles per minut.

Grup control	Fòria	BN (Δ)		BT (Δ)		PPC (cm)		FA (cpm)			FV (cpm)
		R	r	R	r	R	R	UD	UE	BINO	
Mitjana	-1,73	13,73	10,40	21,20	13,07	6,87	9,33	6,87	3,00	5,47	1,80
\pm sd	3,47	5,28	2,64	5,75	7,17	4,60	7,40	3,33	4,39	3,93	3,72

Taula 6.2.2: Primeres mesures del subgrup control.

Grup Experiment	Fòria	BN (Δ)		BT (Δ)		PPC (cm)		FA (cpm)			FV (cpm)
		R	r	R	r	R	R	UD	UE	BINO	
Mitjana	-1,67	18,00	11,73	23,60	14,40	4,33	5,60	8,53	5,40	8,00	3,60
\pm sd	3,31	5,13	5,44	4,91	8,32	3,11	5,55	4,70	4,56	5,52	5,56

Taula 6.2. 3: Primeres mesures del subgrup experiment.

Diferències entre grups	Fòria	BN (Δ)		BT (Δ)		PPC (cm)		FA (cpm)			FV (cpm)
		R	r	R	r	R	R	UD	UE	BINO	
Mitjana	-0,07	-0,27	-1,33	-2,40	-1,33	2,53	3,73	-1,67	-2,40	-2,53	-1,80
P	0,96	0,89	0,40	0,23	0,64	0,09	0,13	0,27	0,15	0,16	0,25

Taula 6.2. 4: Primeres diferències entre el subgrup Control i subgrup Experiment.

Com es pot apreciar en aquests resultats, els valors de les variables analitzades estan dins dels paràmetres de normalitat. A més a més veiem a la taula 6.2.4 que no hi ha diferències significatives entre el subjectes del subgrup control i subgrup experiment. Això ens permetrà analitzar amb més detall les dades.

6.3. Comparació de la 1era i 2na sessió de les mostres.

Subgrup Control:

Diferències S1-S2	Fòria	BN (Δ)		BT (Δ)		PPC (cm)		FA (cpm)			FV (cpm)
		R	r	R	r	R	R	UD	UE	BINO	
Mitjana	0,20	-0,43	-0,67	-0,53	-0,53	0,13	0,60	-0,20	-1,00	-0,53	-0,93
P	0,87	0,63	0,42	0,79	0,84	0,94	0,82	0,88	0,47	0,57	0,60

Taula 6.3.1: Comparació de la 1era i 2na sessió del subgrup Control.

Subgrup Experiment:

Diferències S1-S2	Fòria	BN (Δ)		BT (Δ)		PPC (cm)		FA (cpm)			FV (cpm)
		R	r	R	r	R	R	UD	UE	BINO	
Mitjana	0,67	-1,00	2,93	2,94	5,87	0,33	0,75	-3,27	-2,87	-2,60	-2,27
P	0,55	0,60	0,09	0,11	0,02	0,75	0,71	0,05	0,13	0,16	0,26

Taula 6.3.2: Comparació de la 1era i 2na sessió del subgrup Experiment.

Hem marcat en color vermell les caselles en les que es mostra un efecte significatiu entre les dues sessions i en color groc en les que s'aprecia una tendència.

El primer anàlisi, taula 6.3.1, correspon al subgrup control. Es pot veure que al fer i repetir la exploració visual les dades obtingudes són similars ja que no s'obtenen diferències significatives. Aquest resultat ens permet estudiar l'efecte que fa l'ús de la "tablet" durant 30 minuts (taula 6.3.2). En aquest cas veiem que els paràmetres visuals modificats són les reserves amb base temporal i la flexibilitat d'acomodació del UD. A més a més ens agradaria ressaltar que una diferència propera a les 6 Δ en la recuperació de les reserves i als 3 cpm en la flexibilitat d'acomodació. Aquest resultat també es poden considerar clínicament significatius.

6.4. Qüestionari símptomes.

L' anàlisi numèric dels resultats del qüestionari utilitzat, es poden veure en l'Annex 5. En aquest apartat ens ha semblat millor realitzar un anàlisi més qualitatiu i descriptiu.

Recordem que el qüestionari inicial està compost per 12 preguntes que es responen de 0 a 4, segons la freqüència de cada un dels símptomes. El primer ha estat analitzar els resultats d'aquest qüestionari inicial per observar amb més detall les característiques de la mostra.

Els 15 subjectes que van participar mostren una major puntuació, en global, en les preguntes 1, 3 i 4, que corresponen a les preguntes:

- 1: "¿tienes sensación de ojos cansados al leer o trabajar de cerca?"
- 3: "¿tienes sensación de somnolencia al leer o trabajar de cerca?"
- 4: "¿tienes sensación de fatiga visual al leer o trabajar de cerca?"

I la puntuació més baixa correspon a la pregunta 5:

- 5: "¿tienes sensación de visión doble al leer o trabajar de cerca?"

Segons les pautes recomanades per els autors del qüestionari, es pot considerar que una persona és simptomàtica amb una puntuació superior o igual a 16. Dels 15 subjectes del grup experimental, 5 entren en la categoria de simptomàtics.

Una vegada finalitzada la tasca en VP es va passar l'adaptació del qüestionari en la que és demanava als subjectes que valoressin la variació que el joc els havia produït en cada una de les preguntes del primer qüestionari. En general la simptomatologia augmentava en totes les preguntes. Sobretot:

- 1: “sensación de ojos cansados.”
- 7: “sensación de picor, quemazón o ojos inflamados.”

I la variació més baixa torna a correspondre a la pregunta 5:

- 5: “sensación de visión doble.”

Com podem veure la pregunta 5 correspon a la pregunta que menys varia i la pregunta 1 més alta simptomatologia, tant abans com després de fer l'activitat en VP de jugar amb la “tablet”.

Els subjectes als que el joc havia produït un major augment de la simptomatologia eren els mateixos 5 que en l'exploració inicial es van considerar com simptomàtics i un subjecte més (cas amb ID 28).

Si passem a analitzar detalladament aquest 5 subjectes s'observa que són els que inicialment tenien pitjors habilitats visuals ja que obtenien uns baixos resultats en almenys 4 de les 7 habilitats visuals examinades.

7. Conclusions

En aquest apartat es sintetitzen les conclusions més importants a les que he arribat després del tractament de dades i l'obtenció dels resultats, tant des del punt de vista clínic com estadístic:

- Els valors de les variables analitzades estan dins dels paràmetres de normalitat en les primeres mesures dels dos grups analitzats, subgrup control i subgrup experiment.
- Partint de la base que no hem observat diferències significatives en les dues sessions del subgrup control, les diferències observades en el subgrup experiment, es poden considerar significatives.
- Els paràmetres visuals modificats en el subgrup experiment, són les reserves de base temporal i la flexibilitat acomodativa, principalment en l' UD.
- En quant la simptomatologia observada a través del qüestionari utilitzat es veu que abans de jugar amb la "tablet", les simptomatologies amb puntuació més elevada són: la sensació de ulls cansats, somnolència i fatiga visual, al llegir o treballar en visió propera. I un cop utilitzada la "tablet" són: la sensació d'ulls cansats i la sensació de picor, coïssor o ulls inflamats.
- La simptomatologia que dona una resposta més baixa, tant abans com després de jugar amb la "tablet", és la sensació de visió doble al llegir o treballar en visió propera.
- També s'observa que la simptomatologia augmenta després de jugar amb la "tablet" en aquells subjectes que es mostraven simptomàtics, que coincideixen amb els que inicialment tenien pitjors habilitats visuals.

8. Bibliografia:

1. **Atchman, R.L., Green C.S., Bavelier, D.** (2008) *Video games as a tool to train visual skills*. Department of Brain & Cognitive Sciences, Center for Visual Sciences, University of Rochester, RC 270268, Meliora Hall, Rochester, NY 14627-0,268, USA. *Restorative Neurology and Neuroscience* 26 (2008) 435-446 IOS Press.
2. **Bangor, W.A.**, (2000) *Display Technology and Ambient Illumination Influences on Visual Fatigue at VDT Workstations*. Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY in Industrial and Systems Engineering Dr. R.J. Beaton, Dr. T.H. Dingus, Dr. A. M. Prestrude, Dr. C.P. Koelling, Dr. E. V. Aken.
3. **Borràs, M.R., Gispets, J., Ondategui, J.C., Pacheco, M., Sánchez, E., Varón, C.** (1999). *Visión binocular. Diagnóstico y tratamiento*. Edicions UPC.
4. **Borràs, M.R.**, (2011). *Disfuncions de la visió binocular*. Apunts de l'assignatura de Disfuncions de la Visió Binocular. Facultat d' Òptica i Optometria de Terrassa.
5. **Fortuin, M., Aljsseksteujn, W., et al.** (2009) *Measuring visual discomfort associated with 3D displays*. Recuperat de: [https:// www.researchgate.net](https://www.researchgate.net)
6. **Griffiths, M.**, (2003) *The Therapeutic Use of Videogames in Childhood and Adolescence*. Recuperat de: [http:// www.sagepublications.com](http://www.sagepublications.com)
7. **Habibi, E. , Rajabi, H., Arababi, M.**, (2014) *An Examination of the Relationship Between Visual Fatigue Symptoms with Flicker Value Variations in Video Display Terminal Users*. *Irian Journal of Health, Safety & Environment*. Vol.2, No.1, pp 211-216.

8. **INE (Instituto Nacional de Estadística)** (2016) Población que usa Internet (en los últimos 3 meses). Recuperat de: www.ine.es
9. **Kanitkar, K., Carlson A.N., & all.** (2005) *Ocular Problems Associated With Computer Use*.
10. **Lambooij, M., Fortuin, M., IJseksteujn, W.A., Heynderickx, I.,** (2009) *Mesuring Visual Discomfort associated with 3D Displays*. SPIE-IS&T. Vol 7237. Recuperat de: <http://spiedl.org/>
11. **Mocci, F., Serra, A., Corrias, G.A.,** (2016) *Psychological factors and visual fatigue in working with video display terminals*. Occup Environ Med 2001; 58: 267-271. Recuperat de: <http://oem.bmj.com/> on October 19, 2016. Published by group.bmj.com
12. **Park, K., Lee, W., Lee, N., Yu, D., et al.** (2012) Changes in Near Lateral Phoria and Near Point of Convergence After Viewing Smartphones.
13. **Paterson, K.,** (2013) *E-Readers and Visual Fatigue*. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. Recuperat de: www.plosone.org
14. **Portela, J.A., Ruiz-Alcocer, J., Garrido, R., Martín. S.,** (2015) *Mejoría en la estereopsis de pacientes con historial de ambliopía mediante un programa de aprendizaje perceptivo*. Gaceta Óptica N° 501.
15. **Rajabi, H., Dehghan, H., et al.** (2014) *Designing and Validation a Visual Fatigue Questionnaire for Video Display Terminals Operators*. International journal of preventive medicine, Vol 5, N° 7, 2014.

16. **Rosenfield, M.** (2011). [Conjuntament amb **Wiggins, Daum i Watten**]. *Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments*. SUNY College of Optometry, New York, USA. Ophthalmic & Physiological Optics ISSN 0275-5408.
17. **Scheiman, M.**, (2009) *Long-Term Effectiveness of Treatments for Symptomatic Convergence Insufficiency in Children*. Optom. Vis. Sci. 86 (9): 1096-1103.
18. **Tapias, M.** (2011). Generalitats sobre la visió binocular. Apunts de l'assignatura de Motilitat i Percepció Binocular.
19. **Vila, N.** (2011). Valors de normalitat dels exàmens de binocularitat i acomodació. Apunts de l'assignatura de Procediments Clínics en Optometria. Facultat d' Òptica i Optometria de Terrassa.
20. **Vila, N.** (2011). Aspectes sensorials i motors de la visió binocular. Apunts de l'assignatura de Procediments Clínics en Optometria. Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa.
21. **Vila, N.** (2011). Mesura de fòries, vergències, flexibilitat de vergències, punt proper de convergència, flexibilitat acomodativa . Apunts de l'assignatura de Procediments Clínics en Optometria. Facultat d' Òptica i Optometria de Terrassa.
22. **Westman, M., Liinamaa, M.J.**, (2012) *Relief of asthenopic symptoms with orthoptic exercises in convergence insufficiency is achieved in both adults and children*. Journal of Optometry 5, 62-67.

• Annexa 1: Fitxa examen optomètric complet.

Examen				
Nom del Pacient: _____		Nº Pacient: _____		
Dia: _____				
Observacions: _____				
Habitual: Res <input type="checkbox"/> Ulleres <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> Criteris inclusió				
Fronto: UD _____ // UE _____				
AV vll: UD _____ / UE _____ // AV vp: UD _____ / UE _____				
CTvp: _____ // PPC: _____				
Foria Foropter	1º	2º	3º	Mitjana
Reserves Foropter		Borrositat	Ruptura	Recuperació
	Δ BN			
	Δ BT			
Flexibilitat de vergències				
Flexibilitat Acomodativa (VP)	UD			
	UE			
	Binocular			

• Annexa 2: Qüestionari Borsting.

CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS

NOMBRE:

ID:

	PREGUNTA	Nunca	Con poca frecuencia	Frecuente mente	Con mucha frecuencia	Siempre
1	¿Tienes sensación de ojos cansados al leer o trabajar de cerca?					
2	¿Tienes dolor de cabeza al leer o trabajar de cerca?					
3	¿Tienes sensación de somnolencia al leer o trabajar de cerca?					
4	¿Tienes sensación de fatiga visual al leer o trabajar de cerca?					
5	¿Tienes sensación de visión doble al leer o trabajar de cerca?					
6	¿Sientes dolor en los ojos al leer o trabajar de cerca?					
7	¿Sientes sensación de picor, quemazón o de ojos inflamados al leer o trabajar de cerca?					
8	¿Tienes la sensación de ojos llorosos al leer o trabajar de cerca?					
9	¿Tienes la sensación de sequedad ocular al leer o trabajar de cerca?					
10	¿Tienes la necesidad de darte un masaje ocular despues de leer o trabajar de cerca?					
11	¿Tienes sensación de "tirones o punzadas" alrededor de los ojos al leer o trabajar de cerca?					
12	¿Tienes sensación de que las palabras se emborronan o se desenfocan al leer o trabajar de cerca?					

Cuestionario adaptado de los síntomas de insuficiencia de convergencia (Borsting et al., 2003)

• Annexa 3: Qüestionari Borsting adaptat.

**COMPARAR LAS SIGUIENTES SENSACIONES O MOLESTIAS DESPUES DE LA TAREA QUE HAS REALIZADO
CON EL MÓVIL O TABLET**

Nombre:	ID:
---------	-----

1. Sensación de ojos cansados



2. Dolor de cabeza



3. Sensación de somnolència



4. Sensación de fatiga visual



5. Sensación de visión doble



6. Dolor en los ojos



7. Sensación de picor, quemazón o ojos inflamados



8. Sensación de ojos llorosos



9. Sensación de sequedad ocular



10. Necesidad de darte un masaje ocular



11. Sensación de "tirones o punzadas" alrededor de los ojos



12. Sensación de que las palabras se emborronan o desenfocan



• **Annexa 4: Consentiment informat.**

CONSENTIMENT INFORMAT

En/Na _____ amb DNI núm. _____
i _____ anys d'edat, amb domicili a _____
provincia de _____,

manifesto que he sigut informat per _____
sobre els detalls dels treballs que es realitzen en el marc del "**Estudi sobre l'efecte de
lents i prismes en el sistema visual.**"

La meua decisió de participar en l'estudi és voluntària i els resultats que s'obtinguin els
podré utilitzar en la realització de les meves tasques acadèmiques.

Declaro que tots els meus dubtes i preguntes han sigut aclarits, que he entès tota la
informació que se m'ha proporcionat. Per això, dono el meu consentiment per a
participar en l'estudi. Estic d'acord en què les meves dades relatives a aquest estudi
siguin guardades, procesades electrònicament i transmeses, pel qual dono el meu
consentiment per què es reveli la informació necessària recollida durant l'estudi per a
què pugui ser procesada i difosa a la comunitat científica, sense que en cap moment
sigui revelada la meua identitat, ja que entenc que els meus drets de confidencialitat
queden protegits.

En _____, a _____ de _____ de _____

Firma del pacient Firma del investigador

• Annex 5: Puntuació dels qüestionaris.

Qüestionari de Borsting:

ID	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	TOTAL
1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5
3	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6
7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3
11	3	3	0	2	0	1	2	0	0	3	0	0	14
13	1	1	1	1	0	1	2	2	2	0	0	1	12
16	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	17
17	2	3	1	2	1	1	2	2	3	2	1	1	21
18	1	2	2	1	0	1	1	1	1	1	0	1	12
20	3	3	3	2	1	3	2	1	0	2	2	2	24
22	0	0	2	1	0	1	2	2	1	0	0	0	9
23	2	2	2	1	0	1	0	1	0	3	0	0	12
24	2	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	7
25	2	0	3	3	0	1	3	1	0	2	1	0	16
27	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	7
28	2	1	1	2	0	0	1	0	0	1	1	0	9
	1,60	1,20	1,33	1,33	0,27	0,87	1,20	0,93	0,60	1,20	0,47	0,60	11,60

Qüestionari de Borsting adaptat:

ID	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	TOTAL
1	6,6	5	5	5,7	5	5	7,7	5	7,7	7,4	5	7,5	72,6
3	5,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60,5
7	7,5	5	5	5	5	7,8	8,6	5	5	8,1	5	5	47
11	10	6,4	5	10	5	10	5	5	5	6,5	5	5	77,9
13	10	5	5	10	5	10	10	10	10	5	5	5	90
16	10	7,3	5	6,5	5	7	7,7	7,1	6,8	10	8,8	7,3	88,5
17	7,6	10	5	7,5	5	5	10	5	5	5	5	5	75,1
18	10	10	10	10	5	5	10	5	10	10	5	10	100
20	10	5	5	5	5	10	5	5	5	5	10	5	75
22	5,7	5	7,6	6,1	5,6	5,5	6,3	5,3	5,4	5	5	5,3	67,8
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	5	5	35
24	5	5	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5	65
25	6,4	8,1	7	9	5	8,4	9,2	5,4	9,7	10	6	5	89,2
27	6,3	4,9	8	5,9	5	5,1	5	5	4,9	5	5,2	8	68,4
28	9,1	5	9	9	5,1	9,8	10	5	6,5	5	5,1	5	90,8
	2,65	1,11	1,11	1,98	0,05	1,91	2,63	0,52	1,40	1,80	0,67	0,87	13,52

